

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2012 年 2 月 16 日 (16.02.2012)

PCT

(10) 国际公布号
WO 2012/019514 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01F 29/04 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/077912
- (22) 国际申请日: 2011 年 8 月 2 日 (02.08.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201010248376.6 2010 年 8 月 9 日 (09.08.2010) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 卢理成 (LU, Licheng) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。 刘泽洪 (LIU, Zehong) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。 高理迎 (GAO, Liying) [CN/CN]; 中国北京
- 市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。 孙昕 (SUN, Xin) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。
- (74) 代理人: 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 (CCPIT PATENT AND TRADEMARK LAW OFFICE); 中国北京市西城区阜成门外大街 2 号万通新世界广场 8 层, Beijing 100037 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,

[见续页]

(54) Title: HIGH VOLTAGE DIRECT CURRENT CONVERTER TRANSFORMER AND METHOD FOR ON-LOAD TAP CHANGE SWITCH CONNECTION THEREOF

(54) 发明名称: 一种高压直流换流变压器及其有载调压开关连接方法

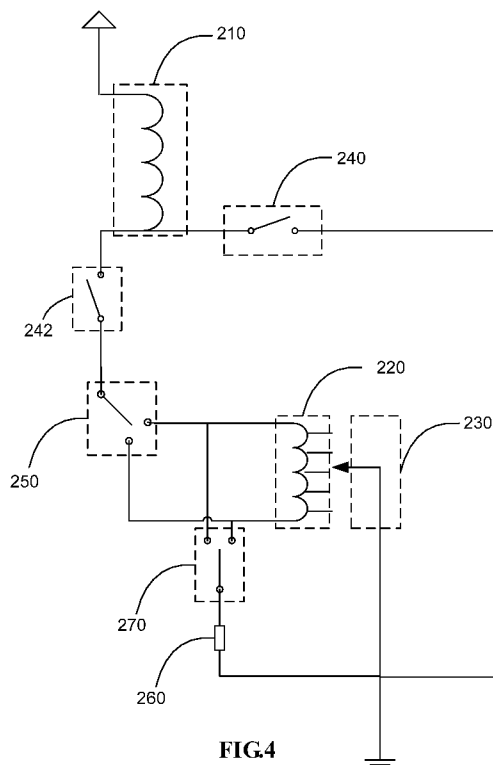


FIG.4

(57) Abstract: A high voltage direct current (HVDC) converter transformer and method for on-load tap change (OLTC) switch connection thereof, wherein said HVDC converter transformer comprises DC and AC sides; the AC side comprises an AC side main coil, voltage regulation coil, transfer switch and first resistor; a terminal of the AC side main coil is connected to high voltage, the other terminal is connected through a first switch to a polarity switch; two selection terminals of the polarity switch are connected to the positive and negative terminals of the voltage regulation coil respectively; the voltage regulation coil is disposed with a plurality of voltage regulation terminal ports; a terminal of the transfer switch is connected to one of said voltage regulation terminal ports, the other terminal is grounded; the AC side of said converter transformer also comprises a second switch and first selector switch; one terminal of the second switch is connected to the low voltage terminal of the AC side main coil, the other terminal is grounded; a terminal of the first resistor is connected to the positive or negative terminal of the voltage regulation coil respectively via the first selector switch, and the other terminal is grounded. This method greatly reduces the production of acetylene gas, and allows the converter transformer to operate more safely and reliably.

[见续页]

WO 2012/019514 A1

BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, **本国际公布:**

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,
HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL,
PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG)。

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(57) 摘要:

一种高压直流换流变压器及其有载调压开关连接方法, 高压直流换流变压器, 包括直流侧和交流侧, 交流侧包括交流侧主线圈、调压线圈、切换开关和第一电阻, 交流侧主线圈的一端连接高电压, 另一端通过第一开关连接极性开关, 极性开关的两个选择端分别连接调压线圈的正负两端, 调压线圈设置有多调压端口, 切换开关的一端与这些调压端口的其中一个连接, 另一端接地; 该换流变压器的交流侧还包括第二开关和第一选择开关, 第二开关的一端连接交流侧主线圈的低压端, 另一端接地; 第一电阻的一端通过第一选择开关分别连接调压线圈的正负两端, 另一端接地。该方法大大减少了乙炔气体的产生, 使换流变压器的工作更为安全可靠。

一种高压直流换流变压器及其有载调压开关连接方法

技术领域

本发明涉及一种变压器，特别是一种用于高压直流输电的换流变压器。

背景技术

高压直流输电在电网建设中，对于长距离送电和大区联网有着非常广阔的发展前景，是目前作为解决高电压、大容量、长距离送电和异步联网的重要手段。高压直流输电利用稳定的直流电具有无感抗、容抗也不起作用、无同步问题等优点而采用的大功率远距离直流输电。输电过程为直流。高压直流输电常用于架空线和海底电缆输电，非同步运行的交流系统之间的连络等方面。

高压直流输电是将三相交流电通过换流站整流变成直流电，然后通过直流输电线路送往另一个换流站逆变成三相交流电的输电方式。它基本上由两个换流站和直流输电线组成，两个换流站与两端的交流系统相连接。换流站的主要设备包括换流器、换流变压器、平波电抗器、交流滤波器、直流避雷器及控制保护设备等。

换流变压器是换流站的主要设备，也是直流输电系统的主要设备，其主要参数按直流系统的特殊要求确定。换流变压器的作用是向换流器供给交流功率或从换流器接受交流功率，并且将网侧交流电压变换成阀侧所需要的电压。

在整流站，用换流变压器将交流系统和直流系统隔离，通过换流装置将交流网络的电能转换为高压直流电能，利用高压直流输电线路传输；在逆变站，通过换流装置将直流电能转换为交流电能，再通过换流变压器送到交流电网；从而实现交流输电网络

与高压直流输电网络的联络。换流变压器提供相位差为 30° 的 12 脉波交流电压，以降低交流侧谐波电流，特别是 5 次和 7 次谐波电流；作为交流系统和直流系统的电气隔离，削弱侵入直流系统的交流侧过电压；通过换流变压器的阻抗限制直流系统的短路电流进入交流系统；通过换流变压器可以实现直流电压较大幅度的分档调节。

在高压直流输电工程中，因适应阀组各种不同运行工况、阀侧电压调节范围需求较大等原因，换流变压器一般调压档位较多（例如 29 档）。在此情况下，换流变压器均将调压方式设计为正反调压，这样换流变仅需一半调压档位线圈就可满足工程需要。这也是高压直流输电工程中常用的调压方式。国内大部分运行和在建的高压、特高压直流输电工程中换流变压器调压的布置方式均如此。例如，通过极性转换开关的转换，14 个档位的调压线圈，就可实现 29 档的功能需求。

由于换流变压器和阀组直接相连，为在冲击合闸时阀组承受的电压最低、同时降低换流变压器本身承受的冲击，根据相关规程，所有换流变压器在带电前，其档位均自动设定在交流侧绕组最长的档位，这样换流变压器本身在冲击合闸时为欠励磁，而阀侧电压为最低值，是最安全的方式。

换流变在带电后再根据阀侧电压需要调整有载调压开关的档位到适当位置，然后再对阀组解锁。在这个过程中，一般有载调压开关需经过极性开关转换，从加极性到减极性的位置。而在工程调试过程中，阀组需多次启停，换流变压器也需多次受到合闸冲击和多次调压开关的极性转换。

尽管采取了正反极性调压的方式，高压直流换流变压器调压线圈档位还是较多。一般换流变压器在设计时，所有调压线圈单独绕制为一圈，在换流变制造时不论是在阀侧电压较低时放置在

最外侧或是阀侧电压较高时放置在最内侧，调压线圈均有较大的对地电容。

这样在有载调压开关极性开关动作时，其极性开关均要切电容性电压。为限制此电压，有载调压开关在极性开关动作前，在调压线圈的中间档，先接入一个电位电阻，可一定程度上降低极性开关切换时在极性档位之间的放电。

尽管接入了电位电阻，有载调压开关在极性开关动作时，仍需切换部分线圈对地电容，在这种情况下，极性开关动作时仍然会引起触头间的火花放电，从而产生出放电性特征气体乙炔。这样，如果极性开关动作次数增多，在极性开关动作时的轻微放电引起的少量乙炔在多次积累后，就可能造成换流变压器油色谱分析时乙炔气体的轻微异常。在此情况下，如果该换流变压器继续运行，则存在一定的安全问题；如果停止运行，则需要更换新的变压器，不仅会造成停电事故，还会增加电网运行成本。

发明内容

为了解决上述问题，本发明提供了一种高压直流换流变压器及其有载调压开关连接方法，通过改变换流变压器调压线圈侧的电路连接方式，避免了在极性开关动作时的线圈放电，从而阻止了乙炔气体的产生。

具体的，本发明提供了一种高压直流换流变压器，包括直流侧和交流侧，交流侧包括交流侧主线圈、调压线圈、切换开关和第一电阻，交流侧主线圈的一端连接高电压，另一端通过第一开关连接极性开关，极性开关的两个选择端分别连接调压线圈的正负两端，调压线圈设置有多调压端口，切换开关的一端与这些调压端口的其中一个连接，另一端接地；该换流变压器的交流侧还包括第二开关和第一选择开关，第二开关的一端连接交流侧主

线圈的低压端，另一端接地；第一电阻的一端通过第一选择开关分别连接调压线圈的正负两端，另一端接地。

本发明还提供了一种高压直流换流变压器有载调压开关连接方法，所述高压直流换流变压器的交流侧包括交流侧主线圈、调压线圈、切换开关、第一开关和第二开关，交流侧主线圈的一端连接高电压，另一端通过第一开关连接极性开关，极性开关的两个选择端分别连接调压线圈的正负两端，调压线圈设置有多调压端口，切换开关的一端与这些调压端口的其中一个连接，另一端接地；第二开关的一端连接交流侧主线圈的低压端，另一端接地；所述交流侧还包括第一电阻和第一选择开关，第一电阻的一端通过第一选择开关分别连接调压线圈的正负两端，另一端接地。

本发明还提供了另一种高压直流换流变压器，包括直流侧和交流侧，交流侧包括交流侧主线圈、调压线圈、切换开关、第二电阻和第三电阻，交流侧主线圈的一端连接高电压，另一端通过第一开关连接极性开关，极性开关的两个选择端分别连接调压线圈的正负两端，调压线圈设置有多调压端口，切换开关的一端与这些调压端口的其中一个连接，另一端接地；另外，该换流变压器的交流侧还包括第二开关、第三开关和第四开关，第二开关的一端连接交流侧主线圈的低压端，另一端接地；第二电阻的一端通过第四开关连接调压线圈的正极，另一端接地；第三电阻的一端通过第四开关连接调压线圈的负极，另一端接地。

本发明还提供了一种高压直流换流变压器有载调压开关连接方法，所述高压直流换流变压器的交流侧包括交流侧主线圈、调压线圈、切换开关、第一开关和第二开关，交流侧主线圈的一端连接高电压，另一端通过第一开关连接极性开关，极性开关的两个选择端分别连接调压线圈的正负两端，调压线圈设置有多调压端口，切换开关的一端与这些调压端口的其中一个连接，另一端接地；第二开关的一端连接交流侧主线圈的低压端，另一端接地；第二电阻的一端通过第四开关连接调压线圈的正极，另一端接地；第三电阻的一端通过第四开关连接调压线圈的负极，另一端接地。

压端口，切换开关的一端与这些调压端口的其中一个连接，另一端接地；第二开关的一端连接交流侧主线圈的低压端，另一端接地；所述交流侧还包括第二电阻、第三电阻、第三开关和第四开关，第二电阻的一端通过第三开关调压线圈的正极端，另一端接地，第三电阻的一端通过第四开关调压线圈的负极端，另一端接地。

本发明的高压直流换流变压器改变了原有的交流侧线路连接方式，彻底解决了在极性开关动作时，调压线圈杂散电容放电不完全的缺点，从而大大减少了乙炔气体的产生，使换流变压器的工作更为安全可靠。

附图说明

图 1 所示为现有的高压直流换流变压器交流侧的原理图。

图 2 所示为调压线圈调压在最外侧时的原理图。

图 3 所示为现有的高压直流换流变压器在极性开关动作时的等效电路图。

图 4 所示为本发明的高压直流换流变压器的一个实施例的示意图。

图 5 所示为本发明的第一实施例的高压直流换流变压器在极性开关动作时的等效电路图。

图 6 所示为本发明的高压直流换流变压器的另一个实施例的示意图。

具体实施方式

下面结合附图详细说明本发明的优选实施例。

图 1 所示为现有的高压直流换流变压器交流侧的原理图。如图所示，该换流变压器的交流侧包括交流侧主线圈 110、调压线

图 120、切换开关 130 和电阻 160，交流侧主线圈 110 的一端连接高电压，另一端通过开关 142 连接极性开关 150，极性开关 150 的两个选择端分别连接调压线圈 120 的正负两端，调压线圈 120 设置有多个调压端口，切换开关 130 的一端与这些调压端口的其中一个连接，另一端接地，电阻 160 的一端通过开关 170 连接在调压线圈 120 的中间，另一端接地；另外，该换流变压器的交流侧还包括开关 140，一端连接交流侧主线圈 110 的低压端，另一端接地。该换流变压器的交流侧还包括一个控制装置（图中未示出），用于控制上述开关的动作。

正常工作状态下，开关 142 闭合，开关 170 和开关 140 断开，极性开关 150 与调压线圈 120 的其中一端连接，调压线圈 120 的其中一个调压端口与切换开关 130 连接。这样，通过切换开关 130 在调压线圈 120 的不同调压端口之间的切换，就可以改变交流侧绕组的大小，从而改变交流侧的电压值。

当极性开关 150 需要动作时，开关 140 闭合；接着，开关 142 闭合，切换开关 130 与调压线圈 120 断开；此后，开关 170 闭合，极性开关 150 开始切换；当极性开关 150 动作完成之后，开关 170 断开，切换开关 130 与调压线圈 120 连接，开关 140 断开；最后，开关 142 闭合，换流变压器回复正常工作状态。

正如前面所述的那样，换流变压器在设计时，所有调压线圈单独绕制为一圈，在换流变制造时不论是在阀侧电压较低时放置在最外侧或是阀侧电压较高时放置在最内侧，调压线圈均有较大的对地电容。

以调压线圈调压在最外侧为例，其原理图如图 2 所示。

在此情况下，正负极性之间的电压分布计算如下：

$$U = \frac{C1}{C1 + C2} \times \frac{U_{hv}}{2} \pm \frac{U_{rw}}{2}$$

其中， U_{hv} 为网侧线圈的电压值， U_{rw} 为调压线圈的电压值。

这样，在有载调压开关极性开关动作时，其极性开关均要切换容性电压。尽管接入了电阻 160，有载调压开关在极性开关 150 动作时，仍需切换部分线圈对地电容，其等效电路图如图 3 所示。在这种情况下，极性开关 150 动作时仍然会引起触头间的火花放电，从而产生放电性气体乙炔。

图 4 所示为本发明的高压直流换流变压器的一个实施例的示意图，图中只示出了交流侧的部分。如图所示，该换流变压器的交流侧包括交流侧主线圈 210、调压线圈 220、切换开关 230 和第一电阻 260，交流侧主线圈 210 的一端连接高电压，另一端通过第一开关 242 连接极性开关 250，极性开关 250 的两个选择端分别连接调压线圈 220 的正负两端，调压线圈 220 设置有多个调压端口，切换开关 230 的一端与这些调压端口的其中一个连接，另一端接地；另外，该换流变压器的交流侧还包括第二开关 240 和第一选择开关 270，第二开关 240 的一端连接交流侧主线圈 210 的低压端，另一端接地；第一电阻 260 的一端通过第一选择开关 270 分别连接调压线圈 220 的正负两端，另一端接地。换流变压器的交流侧还包括一个控制装置（图中未示出），用于控制上述开关的动作，该控制装置可以是一种机械开关控制机构，例如行程机构等，也可以是类似装置。

正常工作状态下，第一开关 242 闭合，第二开关 240 断开，第一选择开关 270 悬空，极性开关 250 与调压线圈 220 的一端连接，调压线圈 220 的其中一个调压端口与切换开关 230 连接。这样，通过切换开关 230 在调压线圈 220 的不同调压端口之间的切换，就可以改变交流侧绕组的大小，从而改变交流侧的电压值。

由于在极性开关动作时需要花费一定的时间，因此在极性开

关动作时，换流变压器需要采取一定的措施确保开关动作的安全。下面以极性开关 250 从调压线圈 220 的正极切换到负极为例，对这一过程进行说明。

当极性开关 250 需要动作时，首先开关 240 闭合，这样，交流侧主线圈 210 的低压端就会通过开关 240 接地；接着，第一开关 242 断开，切换开关 230 与调压线圈 220 断开，第一选择开关 270 连接调压线圈 220 的正极；此后极性开关 250 开始切换，从调压线圈 220 的正极端切换到负极端。当极性开关 250 切换动作完成之后，极性开关 250 与调压线圈的负极相连，第一选择开关 270 与调压线圈 220 断开，呈悬空状态，切换开关 230 与调压线圈 220 连接，第一开关 242 闭合；接着，第二开关 240 断开，换流变压器回复正常工作状态。

由于在极性开关 250 的动作过程中，第一电阻 260 通过第一选择开关 270 的连接，与调压线圈 220 组成了一个 RC 放电电路，其等效电路图如图 5 所示。根据 RC 电路的特性，使得在极性开关 250 动作的过程中，调压线圈 220 放电完成，这样，就不会在换流变压器中产生放电气体乙炔，从而解决了现有技术中会产生放电气体乙炔的技术问题。

上面是以极性开关 250 从调压线圈 220 的正极切换到负极为例，对本实施例的换流变压器的工作过程进行了说明。如果极性开关 250 是从调压线圈 220 的负极切换到正极，上述的过程大都不变，不同的是，第一选择开关 270 连接的是调压线圈 220 的负极。

由于电路原理的不同，本实施例中的第一电阻 260 与电阻 160 的作用和性质也有了区别，第一电阻 260 为放电电阻，其阻值较小，可以在 50 欧姆~5000 欧姆之间，可以是固定阻值，例如 500 欧姆，也可以是可变电阻，其阻值在 50 欧姆至 5000 欧姆之

间的一定范围内可调，例如可以在 100 欧姆至 500 欧姆之间可调；而电阻 160 为电位电阻，其阻值较大，一般在 1M 欧姆以上，一般都采用可变电阻。

另外，本实施例所述的第一开关 242、第二开关 240 可以是单独的两个开关，例如两个单独的机械开关，也可以是一个整体的开关，例如一个滑动开关，通过其滑动的动作，同时实现第一开关和第二开关的功能。第一选择开关 270 可以是机械开关，也可以是电子开关，只要能够满足上述过程的需要即可。

图 6 所示为本发明的高压直流换流变压器的另一个实施例的示意图，图中只示出了交流侧的部分。如图所示，该换流变压器的交流侧包括交流侧主线圈 210、调压线圈 220、切换开关 230、第二电阻 262 和第三电阻 264，交流侧主线圈 210 的一端连接高压，另一端通过第一开关 242 连接极性开关 250，极性开关 250 的两个选择端分别连接调压线圈 220 的正负两端，调压线圈 220 设置有多个调压端口，切换开关 230 的一端与这些调压端口的其中一个连接，另一端接地；另外，该换流变压器的交流侧还包括第二开关 240、第三开关 272 和第四开关 274，第二开关 240 的一端连接交流侧主线圈 210 的低压端，另一端接地；第二电阻 262 的一端通过第四开关 272 连接调压线圈 220 的正极，另一端接地；第三电阻 264 的一端通过第四开关 274 连接调压线圈 220 的负极，另一端接地。换流变压器的交流侧还包括一个控制装置（图中未示出），用于控制上述开关的动作，该控制装置可以是一种机械开关控制机构，例如行程机构等，也可以是类似装置。

正常工作状态下，第一开关 242 闭合，第二开关 240 断开，第三开关 272 和第四开关 274 断开，极性开关 250 与调压线圈 220 的一端连接，调压线圈 220 的其中一个调压端口与切换开关 230 连接。这样，通过切换开关 230 在调压线圈 220 的不同调压

端口之间的切换，就可以改变交流侧绕组的大小，从而改变交流侧的电压值。

由于在极性开关动作时需要花费一定的时间，因此在极性开关动作时，换流变压器需要采取一定的措施确保开关动作的安全。下面以极性开关 250 从调压线圈 220 的正极切换到负极为例，对这一过程进行说明。

当极性开关 250 需要动作时，首先开关 240 闭合，这样，交流侧主线圈 210 的低压端就会通过开关 240 接地；接着，第一开关 242 断开，切换开关 230 与调压线圈 220 断开，第三开关 272 闭合；此后极性开关 250 开始切换，从调压线圈 220 的正极端切换到负极端。当极性开关 250 切换动作完成之后，极性开关 250 与调压线圈的负极相连，第三开关 272 断开，切换开关 230 与调压线圈 220 连接，第一开关 242 闭合；接着，第二开关 240 断开，换流变压器回复正常工作状态。

由于在极性开关 250 的动作过程中，第二电阻 262 通过第三开关 272 的连接，从而与调压线圈 220 组成了一个 RC 放电电路，其等效电路图如图 5 所示。

根据 RC 电路的特性，使得在极性开关 250 动作的过程中，调压线圈 220 放电完成，这样，就不会在换流变压器中产生放电气体乙炔，从而解决了现有技术中会产生放电气体乙炔的技术问题。

上面是以极性开关 250 从调压线圈 220 的正极切换到负极为例，对本实施例的换流变压器的工作过程进行说明。如果极性开关 250 是从调压线圈 220 的负极切换到正极，上述的过程大都不变，不同的是，第四开关 274 代替第三开关 272 动作。这样，在极性开关 250 的动作过程中，第三电阻 264 通过第四开关 274 的连接，与调压线圈 220 组成了一个 RC 放电电路，从而使得在极

性开关 250 动作的过程中，调压线圈 220 放电完成，因而不会在换流变压器中产生放电气体乙炔，解决了现有技术中会产生放电气体乙炔的技术问题。

由于电路原理的不同，本实施例中的第二电阻 262 和第三电阻 264 与电阻 160 的作用和性质也有了区别，第二电阻 262 和第三电阻 264 为放电电阻，其阻值较小，可以在 50 欧姆~5000 欧姆之间，可以是固定阻值，例如 500 欧姆，也可以是可变电阻，其阻值在 50 欧姆至 5000 欧姆之间的一定范围内可调，例如可以在 100 欧姆至 500 欧姆之间可调；而电阻 160 为电位电阻，其阻值较大，一般在 1M 欧姆以上，一般为可变电阻。当然，第二电阻 262 和第三电阻 264 的阻值可以使相同的，也可以不相同。

另外，本实施例所述的第一开关 242、第二开关 240 可以是单独的两个开关，例如两个单独的机械开关，也可以是一个整体的开关，例如一个滑动开关，通过其滑动的动作，同时实现第一开关和第二开关的功能。第三开关 272 和第四开关 274 也是如此，只要能够实现上述功能，其结构可以是多种多样的。

上面通过两个实施例对本发明的高压直流换流变压器的原理及工作过程进行了说明，相比现有技术，本发明的高压直流换流变压器从根本上解决了在极性开关动作时放电性气体乙炔的产生，从而有效地避免了因乙炔气体的产生而造成的安全问题。

以上所述仅为本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改动和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的内容。

权 利 要 求

1、一种高压直流换流变压器，包括直流侧和交流侧，其特征在于：所述交流侧包括交流侧主线圈、调压线圈、切换开关、第一开关和第二开关，交流侧主线圈的一端连接高电压，另一端通过第一开关连接极性开关，极性开关的两个选择端分别连接调压线圈的正负两端，调压线圈设置有多个调压端口，切换开关的一端与这些调压端口的其中一个连接，另一端接地；第二开关的一端连接交流侧主线圈的低压端，另一端接地；所述交流侧还包括第一电阻和第一选择开关，第一电阻的一端通过第一选择开关分别连接调压线圈的正负两端，另一端接地。

2、根据权利要求 1 所述的高压直流换流变压器，其特征在于：所述第一电阻为固定电阻，其阻值在 50 欧姆至 5000 欧姆之间。

3、根据权利要求 1 所述的高压直流换流变压器，其特征在于：所述第一电阻为可变电阻，其阻值在 50 欧姆至 5000 欧姆之间的一定范围内可调。

4、一种高压直流换流变压器有载调压开关连接方法，其特征在于：所述高压直流换流变压器的交流侧包括交流侧主线圈、调压线圈、切换开关、第一开关和第二开关，交流侧主线圈的一端连接高电压，另一端通过第一开关连接极性开关，极性开关的两个选择端分别连接调压线圈的正负两端，调压线圈设置有多个调压端口，切换开关的一端与这些调压端口的其中一个连接，另一端接地；第二开关的一端连接交流侧主线圈的低压端，另一端接地；所述交流侧还包括第一电阻和第一选择开关，第一电阻的一端通过第一选择开关分别连接调压线圈的正负两端，另一端接

地。

5、根据权利要求 4 所述的高压直流换流变压器有载调压开关连接方法，其特征在于：所述第一电阻的阻值在 50 欧姆至 5000 欧姆之间。

6、一种高压直流换流变压器，包括直流侧和交流侧，其特征在于：所述交流侧包括交流侧主线圈、调压线圈、切换开关、第一开关和第二开关，交流侧主线圈的一端连接高电压，另一端通过第一开关连接极性开关，极性开关的两个选择端分别连接调压线圈的正负两端，调压线圈设置有多个调压端口，切换开关的一端与这些调压端口的其中一个连接，另一端接地；第二开关的一端连接交流侧主线圈的低压端，另一端接地；所述交流侧还包括第二电阻、第三电阻、第三开关和第四开关，第二电阻的一端通过第三开关调压线圈的正极端，另一端接地，第三电阻的一端通过第四开关调压线圈的负极端，另一端接地。

7、根据权利要求 6 所述的高压直流换流变压器，其特征在于：所述第三电阻和第四电阻为固定电阻，其阻值在 50 欧姆至 5000 欧姆之间。

8、根据权利要求 6 或 7 所述的高压直流换流变压器，其特征在于：所述第三电阻和第四电阻的阻值相同。

9、一种高压直流换流变压器有载调压开关连接方法，其特征在于：所述高压直流换流变压器的交流侧包括交流侧主线圈、调压线圈、切换开关、第一开关和第二开关，交流侧主线圈的一端连接高电压，另一端通过第一开关连接极性开关，极性开关的两个选择端分别连接调压线圈的正负两端，调压线圈设置有多个调压端口，切换开关的一端与这些调压端口的其中一个连接，另一端接地；第二开关的一端连接交流侧主线圈的低压端，另一端接地；所述交流侧还包括第二电阻、第三电阻、第三开关和第四

开关，第二电阻的一端通过第三开关调压线圈的正极端，另一端接地，第三电阻的一端通过第四开关调压线圈的负极端，另一端接地。

10、根据权利要求 9 所述的高压直流换流变压器有载调压开关连接方法，其特征在于：所述第三电阻和第四电阻的阻值相同。

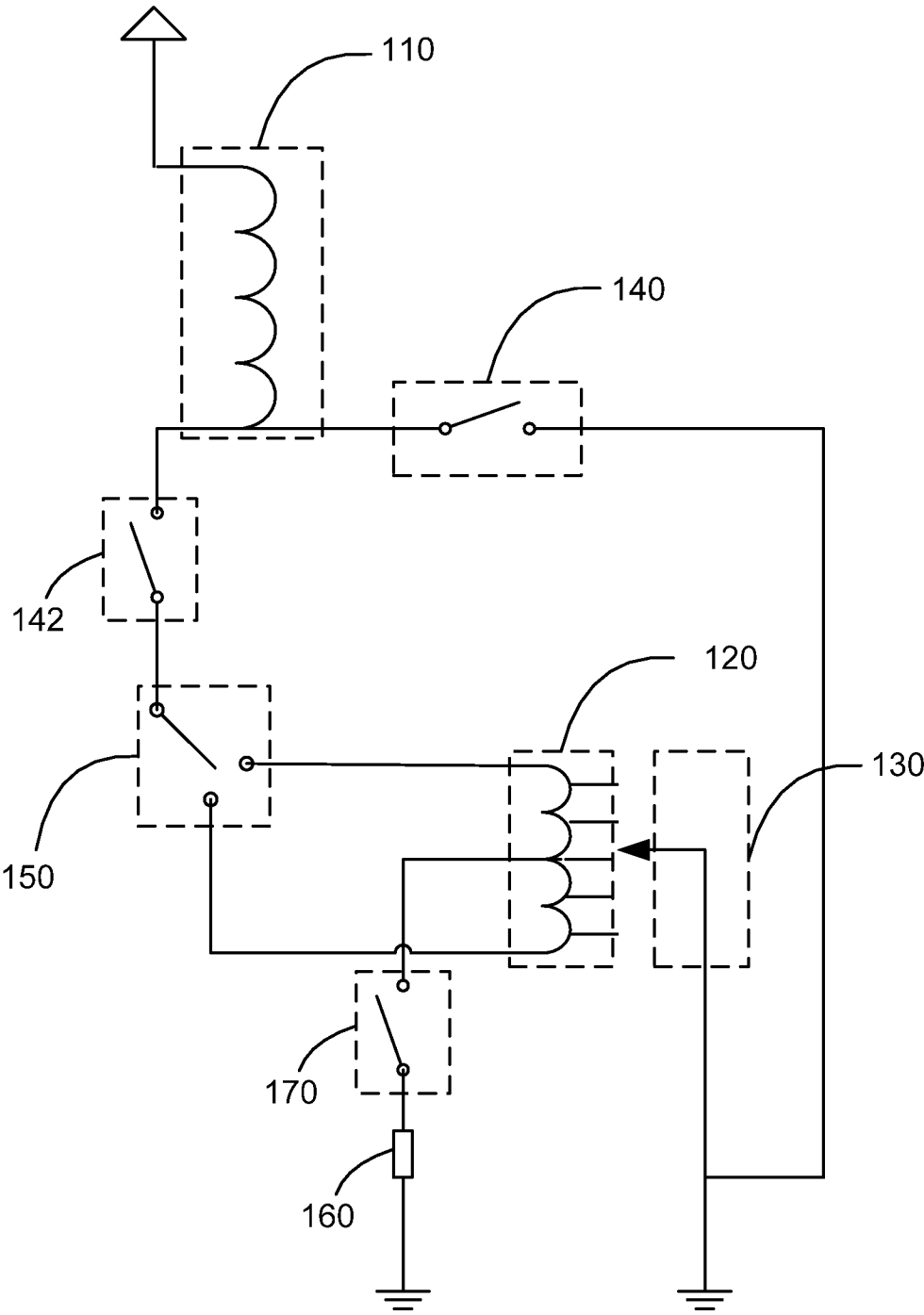


FIG.1

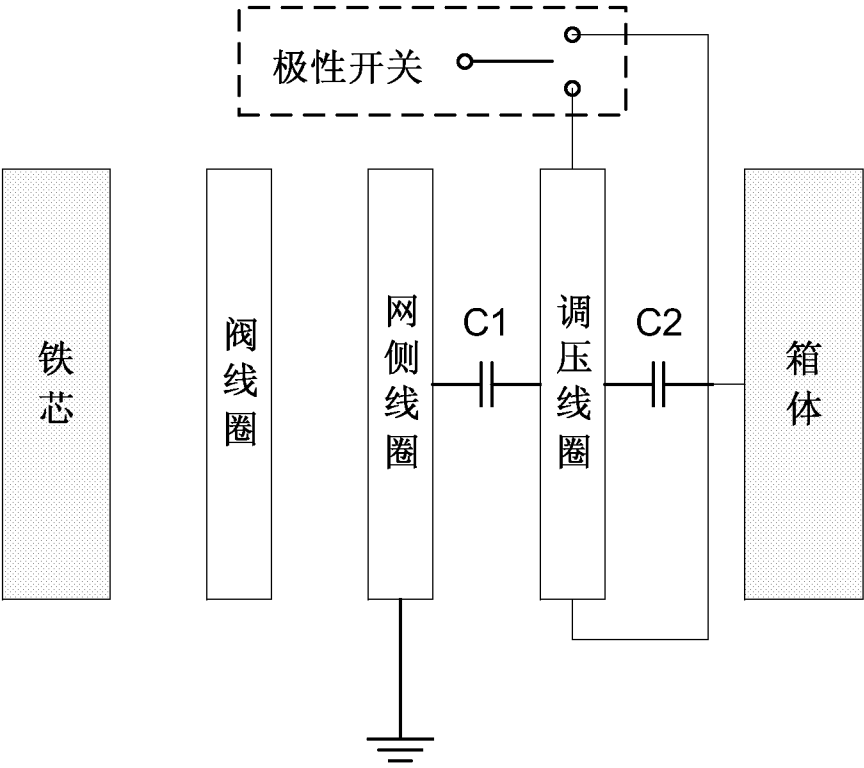


FIG.2

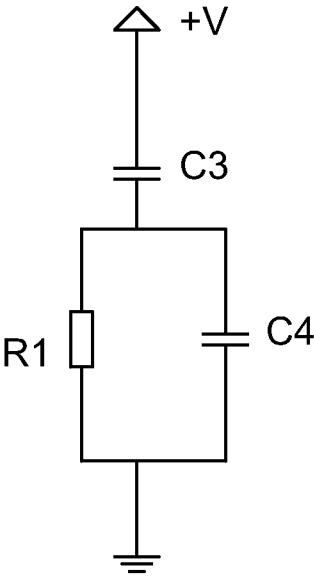


FIG.3

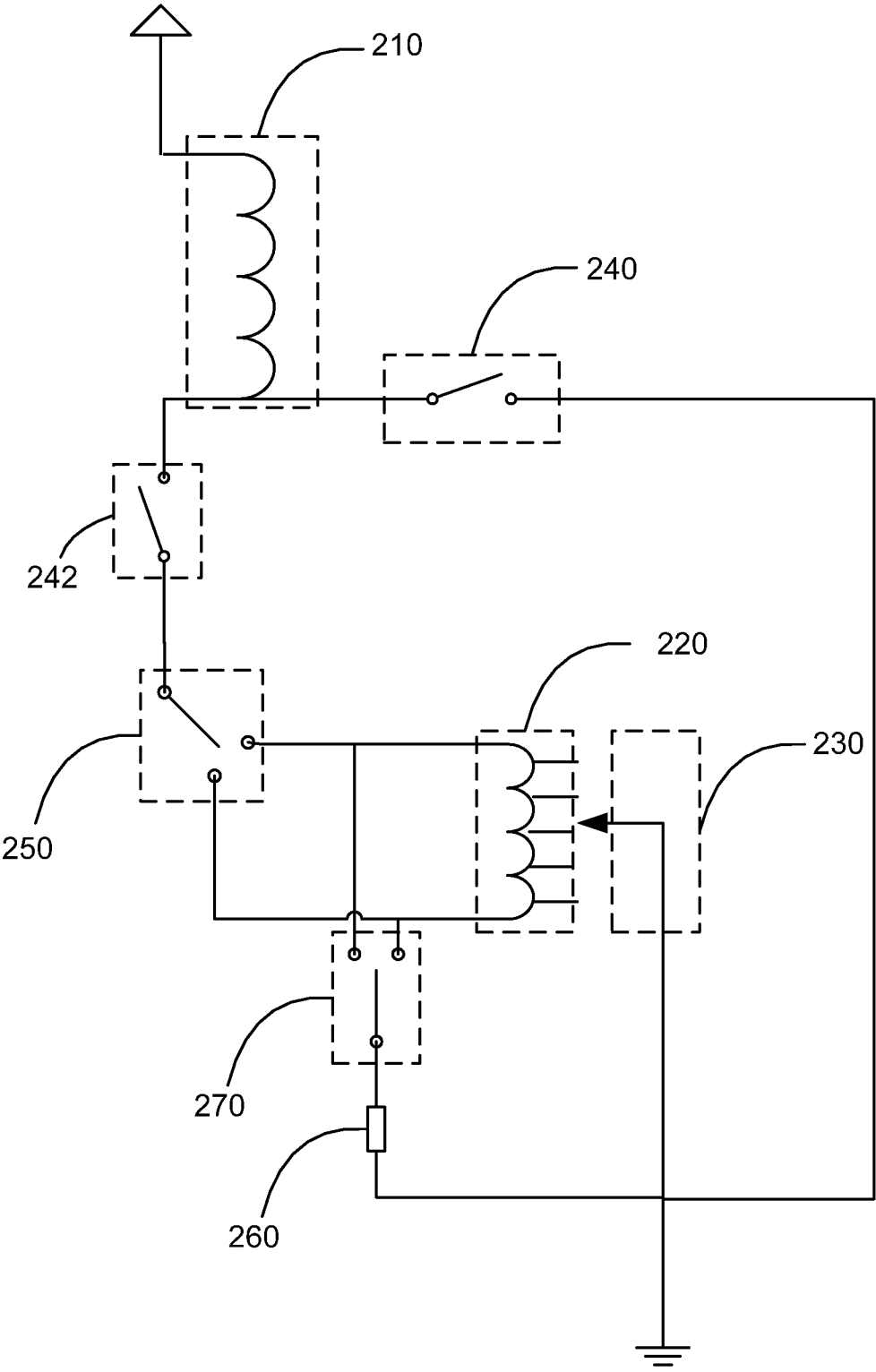


FIG.4

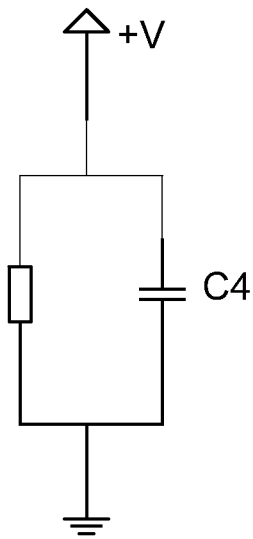


FIG.5

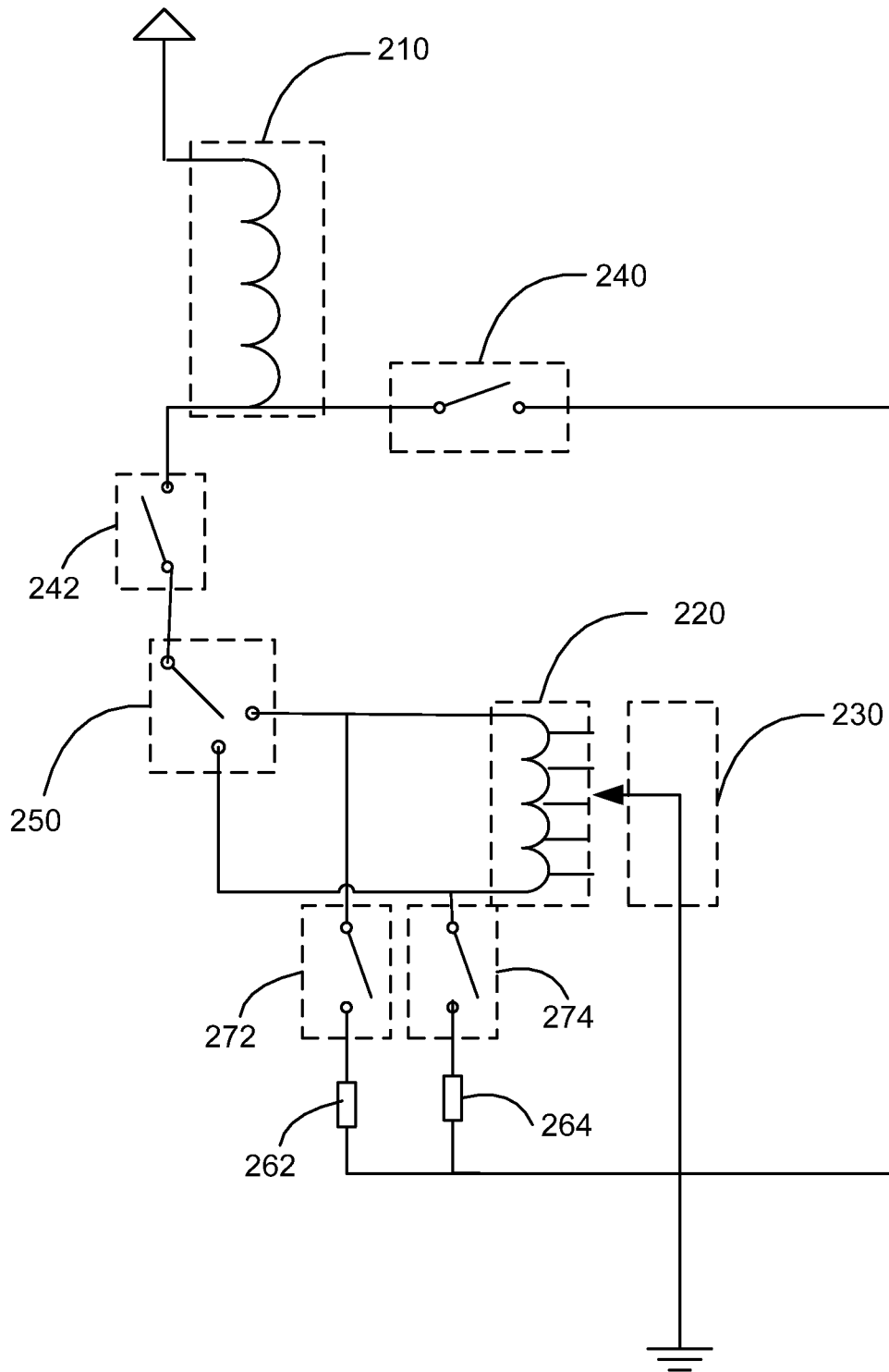


FIG.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/077912

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F29/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H01F;H01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC,WPI,CNPAT,CNKI: high w voltage, step, switch, change w over, on w load, tap, changer, discharge+, coil, ac, resistance, polarity

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN102013815A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) 13 Apr. 2011 (13.04.2011) claims 1—10	1—10
PX	WO2011/076309A1 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK et al.) 30 Jun. 2011 (30.06.2011) the whole document	1—10
A	JP55-133515A (HITACHI LTD) 17 Oct. 1980 (17.10.1980) the whole document	1—10
A	US4207445 (ASEA AB) 10 Jun. 1980 (10.06.1980) the whole document	1—10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 11 Oct. 2011 (11.10.2011)	Date of mailing of the international search report 10 Nov.2011(10.11.2011)
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. (86-10)62019451	Authorized officer LI, Hang Telephone No. (86-10)62414178

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/077912

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN101430967A (HUAMING POWER EQUIPMENT MFG CO) 13 May 2009 (13.05.2009) the whole document	1—10
A	CN1610024A (UNIVERSITY OF WUHAN) 27 Apr. 2005 (27.04.2005) the whole document	1—10
A	CN1971778A (TECHNOLOGY CT OF TBEA SHENYANG) 30 May 2007 (30.05.2007) the whole document	1—10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2011/077912

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN102013815A	13.04.2011	NONE	
WO2011/076309A1	30.06.2011	DE102009060132B3	12.05.2011
JP55-133515A	17.10.1980	JP60009410B	09.03.1985
		JP1291989C	29.11.1985
US4207445	10.06.1980	DE2746851A	03.05.1978
		SE7612026A	23.05.1978
		FR2369670A	30.06.1978
		AT772277A	15.12.1979
		GB1584204A	11.02.1981
CN101430967A	13.05.2009	CN101430967B	08.12.2010
CN1610024A	27.04.2005	CN1308973C	04.04.2007
CN1971778A	30.05.2007	NONE	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2011/077912

A. 主题的分类

H01F29/04 (2006.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H01F, H01H

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

EPODOC,WPI,CNPAT,CNKI: 高压, 换流, 变压器, 有载, 调压, 开关, 放电, 电弧, 步进, 电阻, 极性, 切换, 线圈, 直流, high w voltage,step,switch,change w over,on w load,tap,changer,discharge+,coil,ac,resistance,polarity

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN102013815A (国家电网公司) 13.4 月 2011 (13.04.2011) 权利要求 1-10	1-10
PX	WO2011/076309A1 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK 等) 30.6 月 2011 (30.06.2011) 全文	1-10
A	JP 昭 55-133515A (株式会社日立制作所) 17.10 月 1980 (17.10.1980) 全文	1-10
A	US4207445 (ASEA AB) 10.6 月 1980 (10.06.1980) 全文	1-10
A	CN101430967A (上海华明电力设备制造有限公司 等) 13.5 月 2009 (13.05.2009) 全文	1-10
A	CN1610024A (武汉大学) 27.4 月 2005 (27.04.2005) 全文	1-10
A	CN1971778A (特变电工沈阳变压器集团有限公司技术中心) 30.5 月 2007 (30.05.2007) 全文	1-10

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇
引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引
用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了
理解发明之理论或原理的在后文件“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的
发明不是新颖的或不具有创造性“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件
结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时,
要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

11.10 月 2011 (11.10.2011)

国际检索报告邮寄日期

10.11 月 2011 (10.11.2011)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

李航

电话号码: (86-10) 62414178

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/077912

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN102013815A	13.04.2011	无	
WO2011/076309A1	30.06.2011	DE102009060132B3	12.05.2011
JP 昭 55-133515A	17.10.1980	JP60009410B	09.03.1985
		JP1291989C	29.11.1985
US4207445	10.06.1980	DE2746851A	03.05.1978
		SE7612026A	23.05.1978
		FR2369670A	30.06.1978
		AT772277A	15.12.1979
		GB1584204A	11.02.1981
CN101430967A	13.05.2009	CN101430967B	08.12.2010
CN1610024A	27.04.2005	CN1308973C	04.04.2007
CN1971778A	30.05.2007	无	